



Hausarbeit

Machine Learning Workflow zur Bestimmung von Gangbildern mit Hilfe eines Microcontroller für einen Bericht

Autor: Yasmine Ktiti
Matrikel-Nr.: xxxxxxxx
Studiengang: Maschinenbau

Erstprüfer: Prof. Dr. Elmar Wings
Abgabedatum: 8. Dezember 2022

Inhaltsverzeichnis

Acronyms	vii
1. Hinweise	1
2. introduction	5
2.1. Gangbildern	6
2.2. TinyML	7
2.2.1. TinyML and Real Time	7
2.2.2. TinyMLWorkflow	7
2.3. Arduino Nano 33 BLE	7
2.3.1. Hardware	7
2.3.2. Software	7
2.4. Beschränkungen	7
2.5. IMU	7
2.5.1. Einleitung	7
2.5.2. Hardware	7
2.5.3. Software	8
2.5.4. Calibration of Sensor Motion	8
2.6. Arduino IDE	8
2.6.1. Installation	8
2.6.2. Configuration	8
2.6.3. Tests	8
3. Database	9
3.1. Data selection	9
3.2. Data preparation	9
3.3. Preparation of Datasets for the Gait Patterns	9
3.4. Data Transformation	9
3.5. Data Mining	9
3.5.1. Algorithm wählen (CNN)	9
3.5.2. Trainieren	9
3.5.3. Evaluierung und Verifikation	9
3.5.4. Training the Model	9
3.6. Evaluation and Verification	9
A. Deployment	11
A.1. Software	11
A.1.1. Using of TensorFlow	11

A.1.2. Using Of TensorFlow Lite	12
A.1.3. Creating the Application with the Arduino IDE	12
A.2. Application "Recognizing Gait Patterns	12
A.2.1. Installation	12
A.2.2. Configuration	12
A.2.3. Tests	12
A.2.4. In the Field	12
A.3. Monitoring	12
A.4. Questions/To dos/ Conclusion	12
A.5. Appendix	12
A.5.1. Material List	12
A.5.2. Data sheets	12
B. Kriterien für eine gutes L^AT_EX-Projekt	13

Abbildungsverzeichnis

Tabellenverzeichnis

Abkürzungen

1. Hinweise

Steps:

- Was ist ein Gangbild?
- Was soll gemessen werden (was ist nützlich, um den Gang zu analysieren)
- Welche Sensortypen werden verwendet? - Hüpfen laufen gehen muss man identifizieren können Später:
- Verstehen, wie man Daten mit dem Mikrocontroller aufzeichnet. (Bsp. smart band)

basics of the gait cycle and gate analysis: (https://www.youtube.com/watch?v=1u6d1CX7o9c&ab_channel=Physiotutors)

- detailliert/ Explaining the Gait Cycle for the NPTE - 2021 (https://www.youtube.com/watch?v=dvpi1WHCDwM&t=69s&ab_channel=ConqueringtheNPTE)

- Gangstörungen: Bewegungsstörung, die das Gehen bzw. das Gangbild betrifft. Sie kann neurologische, orthopädische oder psychogene Ursachen haben. Gangstörungen vermindern die Mobilität und erhöhen gerade bei älteren Patienten das Sturzrisiko.

Sensoren Gyroscope Winkel beschleunigung

Was ist das Problem? herausforderungen: - generierung von data (data aufzeichnen) - beschränkte hardware : speicher, geh Methode "KDD process"(wenn man das Problem kennt aber kein data hat) frage: wo soll ich die daten bearbeiten (maschinelles lernen) rq: qualität sicherung bei VW wird mit bild verarbeitung gemacht

1. Recherche:

- **Part1**
- Was versteht man unter Gangbildern - Using Machine Learning and Wearable Inertial Sensor Data for the Classification of Fractal Gait Patterns in Women and Men During Load Carriage [U.Ahamed2021]
- Wozu ist das Projekt
 - Was bringt uns eine gangbildanalyse, wo wird die gebraucht
- Was ist der Zeit benutzt um Gangbildern zu bewerten (tools , kosten, ort ...)
- **Part2**
- Arduino Nano BLE 33 definieren

1. Hinweise

- Datasheet lesen
- Beschränkungen identifizieren : Speicher, Gehäuse, Komplexität, Geschwindigkeit.
- Welcher Sensoren werden benutzt, warum und Welcher format von data ergeben die (IMU)

2. Database erstellen

- intern : data generieren,
- extern:

3. Data selection Nur Data von Hupfen Gehen und Laufen bleiben 4. Data Preparation

- qualitätsprüfung
- Zeitbereich muss angepasst werden, gleiche länge (chose the same time for each data)
- Format anpassen (-> bild)

5. Data transformieren (frequenz analyse oder bild analyse)

6. Data mining

- Algorithm wählen (CNN)
- Trainieren
- Evaluierung und Verifikation (Verifikation Testen, Evaluierung: hab ich das richtige gemacht)
- Monitoring

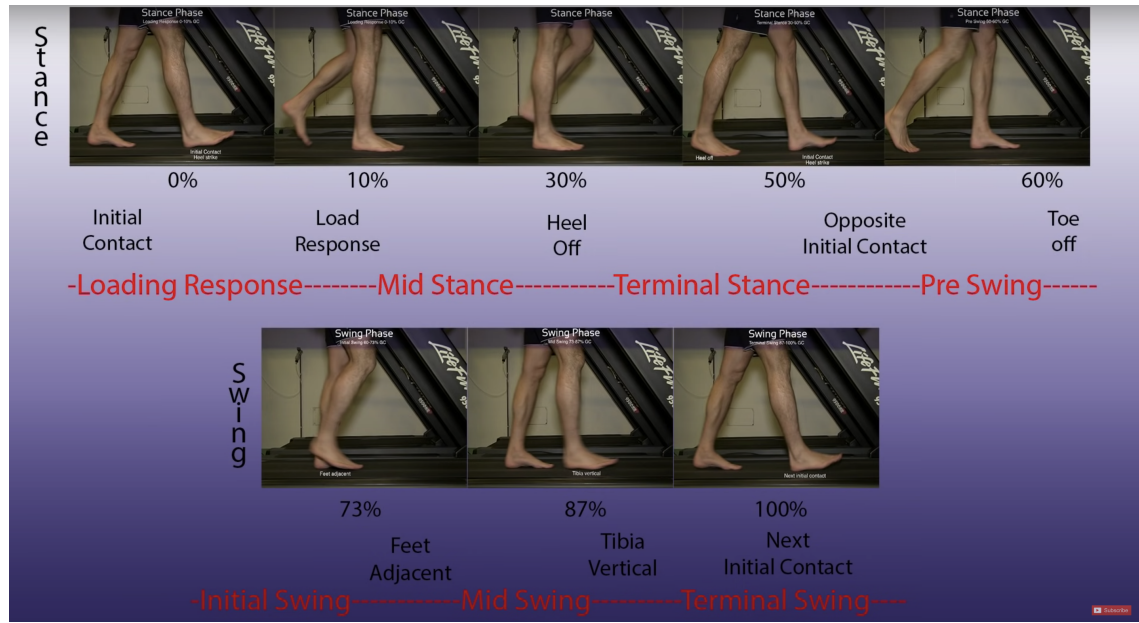
7. Application

- Beschreibung des Systems: handbuch (extern), Entwicklung beschreibung (Teil der Arbeit)
- Arduino HW
- Stromversorgung / Schrittstellen
- Software /IDE
- welche Daten (allgemein, speziell)
- IMU /Datenstruktur
- Tests

- Mussererkennung / Auswertung (datenaufnahme/ anwendung des modeles/ Ergebnis)

rq - wie sollen meine daten aussehen ?? - was soll ich sammeln

8. Open questions /to do / conclusion Appendix Material lists Data sheet bibliography SW Ständer



2. introduction

An accurate Gait Pattern analysis can at the moment only be carried out by health professionals and is not available to individuals, even though that a healthy gait pattern reduces the risk of having back problems or even bad injuries especially for older people. analysing the gait pattern also gives us information about the person's previous accidents or even about current neuronal problem as changes of gait patterns could in fact be a symptom of some sicknesses like Parkinson. the long term goal of this project would be to enable individuals analyse their own gait pattern and recognise if there is something wrong with them at a reasonable price Tag. but for this paper the goal would be to use IMU sensors to collect information about the gait and identify if the person is walking, running or jumping. As hardware an Arduino Nano BLE 33 including an IMU Sensor will be used to collect and process the data, TinyML will be used because of the limited memory of the Embedded System, TensorFlow tools to process and load data (build or train the model.) TensorFlow Lite is then used to provide the ability to perform predictions on the trained model (load the model not to train the model). the tool created should be placed on the thigh in a pocket, as it was shown in AbhayasingheMurray:2014 analysing one thigh is enough to accurately detect the movement of one leg and to predict movements of the other one. IMU sensors should detect the angle of the thigh movement and it should then be saved on the hardware and analysed comparing the angle's waveform to the previous ones registered during the research. the hardware used has a limited memory, using tinyML helps us avoid this problem. Energy source is also a challenge, since the tool is to be carried around, it has to have a portable source of energy. Using a battery could here be good choice since the device also needs to be small. A power button needs to be added so that the tool doesn't waste energy fruitlessly, as well as 4 LEDs to make the output understandable by the user: one for "Running" one for "Walking" one for "Jumping" and one for "Sitting and Standing". this type of output could also be improved with using an LCD display instead of the 4 different LEDs. to make an accurate motion detection possible a database containing the different 4 movements should be available, in this study the data used will be internal, taken by the same device that will then be used to detect the type of the motion and from different people doing the same tasks for the same time period. having a good database makes data classification with machine learning better since specific patterns are repeated for each motion, particularities that a normal person couldn't always point out. for that it is important to achieve data homogeneity and to label all the informations recorded correctly. Along with a good database and to make an automatic classification of the gait pattern possible, deep learning will be needed to extract useful patterns from the data collected more precisely employing Neural networks (CNN), an algorithm

2. introduction

inspired by the human brain that is commonly used to classify images, daily use of it is, for example, the face recognition feature on our smartphones, it is also be used for other needs such as speech recognition, fraud detection, medical diagnosis... the library used in this project is Tensorflow an open-source software library for machine learning and artificial intelligence developed by the google brain Team. it is used to develop and train ML models but can not be used on mobile phones or embedded devices because of their limited memory, however, models can still be used on these devices with the help of TensorFlow Lite.

2.1. Gangbildern

das Gangbild: bezeichnet die visuelle Abbildung der Bewegung und Haltung der Extremitäten sowie deren Zusammenspiel mit dem Rumpf während des Gangzyklus. Bei einem gesunden Gang bewegen sich die Extremitäten fließend und koordiniert, während die Haltung des Oberkörpers ausbalanciert wird. was normalerweise zu einer nach vorne gerichteten Verlagerung des Schwerpunkts führt.

das Gangzyklus: ist der Vorgang vom anfangs-Kontakt mit dem Boden bis zum nächsten anfangs-Kontak desselben Fußes aus dem nächsten Zyklus. der Bodenkontakt zu Beginn des Gangzyklus ist der Anfang und wird als 0 % des Gangzyklus bezeichnet. Der moment des nächsten kontakts desselben Fußes wird als der 100% punkt genannt . Jeder Gangzyklus wird zu zwei phasen erstmal unterteilt: Standphase und Schwungphase Standphase: Periode in der der Fuß auf dem Boden ist (initial contact) Schwungphase: Periode in der der Fuß in der Lunft ist und unter anderem der Schwung das Bein nach vorne bewegt diese phase beginnt mit dem Abheben des Fußes.

Ein bestimmte Gangbildmuster gibt es nicht denn jeder entwickelt seine eigene lösung , Menschen, die zum Beispiel in der Steppe Afrikas leben gehen mit anhaltender Knoegelenkflexion da die bodenverhältnisse diese besondere Anpassung der Lokomotion erfordern Gangbild Unterschiede ergeben sich unter anderem aus folgenden Faktoren: Alter, Geschlecht, Körpergröße, Körperbau, Gewicht und Masseverteilung, Bodenbeschaffenheit, Lenemsumstände, Umgebzng...

quelle

Abweichungen von einem normalen Gang, können Beschwerden verursachen und zu Verletzungen führen. am meisten betroffen von Gangstörungen sind die Ü 60 da 10 % der 60 jährigen und 30% der 80 jährigen Probleme beim gehen haben.

eine Gangbildanalyse hilft also abweichungen zu identifizieren um die nachher zu behandeln und schwere Verlezungen vermeiden zu können.

die Identifizierung von abweichungen helfen auch Probleme bei der Patient zu erkenne und daher auch die Krankheit die es verursacht.

ein Torkelnder Gang zum beispiel könnte eine usache von Medikamente wie Schmerz- und Schlafmittel oder Antidepressiva die nicht für den Patienten geeignet sind, eine lösung dafür wäre mit dem behandelnden Arzt geklärt werden, ob das Medikament gewechselt werden kann

- Was uns eine gangbildanalyse bringt

2.2. TinyML

2.2.1. TinyML and Real Time

2.2.2. TinyMLWorkflow

- Workflow - TensorFlow - TensorFlow Lite - TensorFlow Micro

2.3. Arduino Nano 33 BLE

2.3.1. Hardware

2.3.2. Software

- Datasheet lesen - Welcher Sensoren werden benutzt, warum und Welcher format von data ergeben die (IMU)

2.4. Beschränkungen

- Beschränkungen identifizieren : Speicher, Gehäuse, Komplexität, Geschwindigkeit.

2.5. IMU

2.5.1. Einleitung

2.5.2. Hardware

- Accelerometers - Gyroscope - Magnetometers

2. introduction

2.5.3. Software

2.5.4. Calibration of Sensor Motion

2.6. Arduino IDE

2.6.1. Installation

2.6.2. Configuration

2.6.3. Tests

- Hello World - blink.ino -IMU

3. Database

3.1. Data selection

- Format? - extern oder intern ?

3.2. Data preparation

3.3. Preparation of Datasets for the Gait Patterns

3.4. Data Transformation

3.5. Data Mining

3.5.1. Algorithm wählen (CNN)

vergleichen

3.5.2. Trenieren

3.5.3. Evaluierung und Verifikation

3.5.4. Training the Model

3.6. Evaluation and Verification

- Punkte (MPoint)

A. Deployment

A.1. Software

A.1.1. Using of TensorFlow

TensorFlow: General, uses, user manual TensorFlow is an Open source deep learning library developed by the Google brain Team in 2015, it is used to create and train machine learning models and can be used by beginners and experts. It also provides APIs in Python, C++ and also for some other programming languages. tensorflow can be used for classic ML uses however the strengths of TensorFlow lie in the development of complex deep learning applications, such as text or image recognition. in 2019 TensorFlow 2.0 was launched and focused mainly on simplicity and ease of use. - Features AutoDifferentiation, Eager execution, Distribute, Losses, Metrics, TF.nn, Optimizers - Usage and extensions TensorFlow is both the core platform and a library that one can use for machine learning purposes, Keras an open-source software library written in Python, acts as an interface for the TensorFlow library to make creating machine learning models easier.

Applications advantages and disadvantages Tensorflow can not be used in mobile phones or embedded devices because of the limited memory, to avoid this inconvenience, Google also developed TensorFlow Lite a tool that makes it possible to use already trained models on small memory devices

A. Deployment

A.1.2. Using Of TensorFlow Lite

A.1.3. Creating the Application with the Arduino IDE

A.2. Application "Recognizing Gait Patterns"

A.2.1. Installation

A.2.2. Configuration

A.2.3. Tests

A.2.4. In the Field

A.3. Monitoring

A.4. Questions/To dos/ Conclusion

A.5. Appendix

A.5.1. Material List

A.5.2. Data sheets

B. Kriterien für eine gutes L^AT_EX-Projekt

Ein guter Bericht zeichnet sich nicht nur durch den guten Inhalt aus, sondern erfüllt auch formale Aspekte. Die folgende Liste soll helfen, grundlegende Regeln einzuhalten. Vor der Abgabe sollten alle Punkte geprüft und abgehakt werden.

- ☐ Wird eine geeignete Verzeichnisstruktur verwendet?
- ☐ Wird eine geeignete Aufteilung in Dateien verwendet?
- ☐ Werden aussagekräftige Verzeichnis- und Dateinamen verwendet?
 - ☐ Werden Verzeichnis- und Dateinamen wie z.B. report oder Hausarbeit vermieden?
 - ☐ Werden für Bilder aussagekräftige Namen und nicht „image1“ verwendet?
 - ☐ Sind die Verzeichnis- und Dateinamen nicht zu lang?
 - ☐ Werden Sonderzeichen und Freizeichen vermieden?
- ☐ Werden Befehle wie `\newline` und `\\` vermieden?
- ☐ Werden die L^AT_EX-Dateien übersichtlich gestaltet?
 - ☐ Werden in den L^AT_EX-Dateien Einrückungen verwendet?
 - ☐ Werden Freizeilen eingefügt?
 - ☐ Wird im Header der Dateien das Projekt erwähnt?
 - ☐ Wird im Header der Dateien die Hauptquellen erwähnt?
 - ☐ Wird im Header der Dateien der Autor erwähnt?
- ☐ Werden alle notwendigen Dateien abgegeben?
- ☐ Werden die temporären Dateien gelöscht?
- ☐ Werden Grafiken selber erstellt?
- ☐ Werden die Quellen der Bilder angegeben?
- ☐ Wird mit dem Kommando `\cite` zitiert?
- ☐ Wird eine bib-Datei verwendet?

B. Kriterien für eine gutes L^AT_EX-Projekt

- ☐ Sind die Einträge der bib-Datei übersichtlich?
- ☐ Sind die Einträge der bib-Datei so editiert, dass sie korrekt dargestellt werden?
- ☐ Werden die korrekten Typen für die bib-Einträge verwendet?
- ☐ Werden aussagekräftige Schlüssel in den bib-Dateien verwendet?

Leider kann die Liste nicht vollständig sein, aber sie liefert einige Anhaltspunkte.